

STRUCTURE DES MOLÉCULES ET RAYONNEMENT

RANSINANGUE Lucien

Objectif Appréhender la couleur d'une molécule au travers de sa structure.
 Connaître le domaine de longueurs d'onde de la lumière visible.
 Se familiariser avec les spectres UV visibles.
 Savoir interpréter un spectre UV visible pour déterminer la couleur d'une molécule.
 Savoir réaliser une extraction en déterminant le solvant extracteur adéquat.
 Mettre en évidence l'influence des doubles liaisons conjuguées sur la couleur perçue d'une molécule.

1^{re} STL Analyses physico-chimiques

Sciences physiques et chimiques en laboratoire **Thème :** Analyses physico-chimiques.
Partie : Interaction rayonnement-matière

Notions et contenus Spectre UV visible.
 Relier couleur perçue et longueur d'onde.
 Relier la structure de la molécule au rayonnement absorbé.

Compétences mobilisées S'approprier **APP**
 Analyser / Raisonner **ANA/RAI**
 Réaliser **REA**
 Valider **VAL**

Couleurs observées - Couleurs absorbées

Il est important de souligner que les couleurs n'existent que dans notre cerveau. De fait, elles n'ont pas de réalité matérielle car la couleur est une sensation. Il n'y a pas de couleur sans lumière et il faut rappeler que la lumière visible par notre œil n'est qu'une toute petite partie des ondes électromagnétiques.

Extrait de « La genèse des couleurs, un dialogue entre lumière et matière »

<https://www.mediachimie.org/ressource/la-genese-des-couleurs-un-dialogue-entre-lumiere-et-matiere>



Tubes à essai de couleurs - © Campus France

**Quelles particularités structurales possèdent les molécules colorées ?
Comment peut-on mesurer et étudier leur capacité à absorber ou laisser passer la lumière ?**

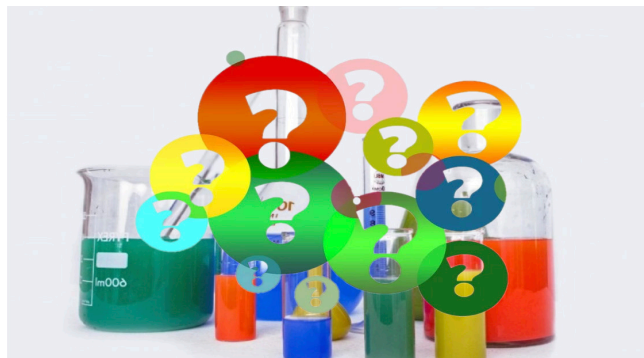
Partie A : La solution mystère

Ton enseignant a malencontreusement renversé du café sur son ordinateur, perdant ainsi la liste de matériel des activités expérimentales qui vont suivre.

Le temps presse et il a besoin de ton aide !
Rendez-vous vite en ligne pour retrouver une solution chimique mystère avec cet « escape game » :

ESCAPE GAME

<https://view.genial.ly/5e4935aaa4a2814cc0e91bba/interactive-content-la-solution-mystere>



Quelle solution manque à l'appel ?

Tu dois naviguer dans trois situations proposées et réunir ainsi trois indices.
À toi de jouer !

Salle 1 : salle de travail de l'équipe de physique-chimie

Situation A

La couleur observée d'un objet peut être due, à l'échelle microscopique, aux molécules qui le composent.

Cette visite te permettra de savoir comment se nomment les enchaînements d'atomes qui confèrent à une molécule la particularité d'apparaître colorée et quels sont les plus courants.

Trouveras-tu le code à 3 chiffres te permettant de passer à la suite ?

Situation B

Pour appréhender la notion de couleur, sont à prendre en compte :

- la source de lumière ;
- l'objet coloré ;
- l'observateur.

Cette visite te permettra de savoir ce qu'est une lumière blanche, de comprendre le comportement de la lumière visible lorsqu'elle traverse une solution colorée, et de découvrir le rôle joué par notre cerveau.

Réussiras-tu un sans-faute au test ?

Salle 2 : salle de pratique expérimentale

Les solutions colorées absorbent une partie des longueurs d'onde du visible, laissant passer les couleurs observées.

Cette visite te permettra de savoir ce qu'est un spectre UV visible, et de pouvoir le rattacher à la couleur d'une molécule en solution.

Trouveras-tu le bon mot de passe en 4 lettres ?

Partie B : Doubles liaisons conjuguées et couleur observée

Le lycopène est un colorant rouge que l'on trouve dans de nombreux fruits et légumes, comme la pastèque, le pamplemousse, le poivron rouge ainsi que la Le nom « lycopène » est d'ailleurs tiré de l'appellation latine de ce dernier légume : *solanum lycopersicum*.

La coloration rouge du lycopène serait due à la présence d'une alternance de doubles et simples liaisons appelée doubles liaisons conjuguées.



Différentes sources de lycopène

Activité expérimentale

MISE EN ÉVIDENCE DU RÔLE DES DOUBLES LIAISONS CONJUGUÉES DANS LA COULEUR OBSERVÉE

Matériels et solutions à disposition :

- ;
- 5 mL d'éthanol ;
- 5 mL de cyclohexane ;
- 5 mL d'une solution saturée de chlorure de sodium ;
- solution d'eau de Javel® ;
- une pissette d'eau distillée ;
- une ampoule à décanter avec son bouchon ;
- un entonnoir en verre ;
- une baguette en verre ;
- divers béciers ;
- une paire de gants et de lunettes de protection.

Document 1 : Informations sur les solvants

Solvants	Éthanol	Cyclohexane	Solution saturée de chlorure de sodium
Miscibilité avec l'eau	Oui	Non	Oui
Solubilité du lycopène	Grande	Très grande	Grande
Densité à 25°C	0,79	0,78	1,20

1 **REA** Proposer un protocole permettant d'extraire le lycopène du

.....

.....

.....

2 **ANA/RAI** L'eau de Javel® réagit fortement avec les doubles liaisons carbone-carbone que l'on retrouve dans les doubles liaisons conjuguées. À votre avis, que va devenir la coloration de la solution contenant le lycopène, une fois mélangée avec l'eau de Javel® ?

.....

.....

3 REA Réaliser l'expérience et commenter vos observations.

Les doubles liaisons conjuguées peuvent conférer à une molécule la particularité d'être perçue colorée.

Que sont des doubles liaisons conjuguées et comment leur nombre influence la couleur d'une solution ?

Activité expérimentale

INFLUENCE DU NOMBRE DE DOUBLES LIAISONS CONJUGUÉES

Matériels et solutions à disposition :

- ;
- solution de dibrome ;
- une pissette d'eau distillée ;
- solution de thiosulfate de potassium ou de sodium (cette solution sert à neutraliser le dibrome dans le cas où la solution de dibrome serait renversée) ;
- une éprouvette graduée de 250 mL ;
- un entonnoir en verre ;
- une baguette en verre ;
- divers béchers ;
- une paire de gants et de lunettes de protection ;
- une hotte aspirante.

Remarque :

Pour les établissements scolaires ne disposant pas d'eau de brome, on peut reproduire l'expérience en utilisant à la place un mélange bromure/bromate acidifié, fabriqué selon le protocole suivant :

introduire dans l'éprouvette 90 mg de KBr, 20 mg de KBrO_3 , 3 mL d' H_2SO_4 (environ 3,5 mol/L), puis verser délicatement le

La solution aqueuse est très dense et reste au fond. Le dibrome est libéré *in situ* et piégé dans le

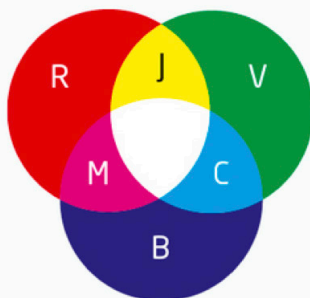
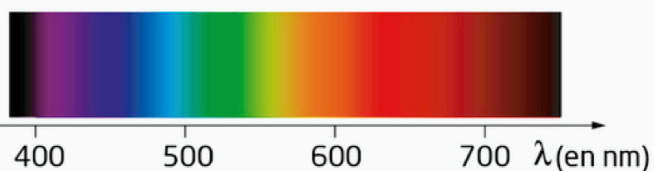
4 ANA/RAI Justifier qu'un observateur perçoit le rouge lorsqu'il est éclairé en lumière blanche.

5 REA Verser à l'aide de l'entonnoir le dans l'éprouvette graduée. Introduire délicatement la solution de dibrome après avoir rincé au préalable l'entonnoir. Agiter légèrement avec la baguette en verre pour permettre à la solution de dibrome de se mélanger avec le Noter vos observations.

Document 2 : Couleurs complémentaires et spectre de la lumière blanche**■ Couleurs complémentaires**

Deux couleurs sont complémentaires si elles sont de part et d'autre de la couleur blanche sur le schéma ci-dessous.

R : rouge
V : vert
B : bleu
C : cyan
M : magenta
J : jaune

**■ Spectre de la lumière blanche**

- 6 **REA** Proposer une allure de spectre UV visible pouvant correspondre à celui du lycopène puis un autre spectre pouvant correspondre à celui de la solution issue de la réaction entre le et la solution de dibrome. Justifier.

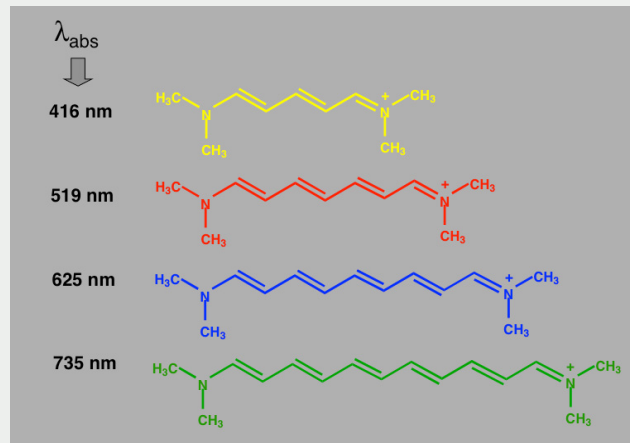
Document 3 : Doubles liaisons conjuguées

Deux doubles liaisons sont dites conjuguées lorsqu'elles sont séparées par une liaison simple.



Les doubles liaisons sont séparées par une liaison simple.
Cette molécule possède donc deux doubles liaisons conjuguées.

Document 4 : Influence du nombre de doubles liaisons conjuguées



λ_{abs} représente la longueur d'onde du maximum d'absorption

Extrait de « La genèse des couleurs, un dialogue entre lumière et matière ».

<https://www.mediachimie.org/ressource/la-genese-des-couleurs-un-dialogue-entre-lumiere-et-matiere>



- 7 ANA/RAI Pour chaque molécule du Document 4, justifier la couleur observée et préciser le nombre de doubles liaisons conjuguées.

.....

.....

.....

- 8 ANA/RAI À votre avis quelle est l'influence du nombre de doubles liaisons conjuguées sur la longueur d'onde du maximum d'absorption.

.....

.....

- 9 VAL La solution de dibrome réagit avec le lycopène en « cassant » les doubles liaisons de cette molécule. L'expérience valide-t-elle l'hypothèse avancée précédemment concernant l'influence du nombre de doubles liaisons conjuguées sur la couleur perçue d'une molécule ?

.....

.....

.....

Pour aller plus loin



• **Génial.ly**

Génial.ly est un site permettant de créer des contenus interactifs de manière moderne et dynamique.

Le site propose une version gratuite de qualité.

<https://www.genial.ly/fr>



• **Les microalgues : pour quoi faire ?**

Une vidéo conférence sur les nombreux domaines d'application des microalgues et des cyanobactéries qui sont une ressource végétale d'avenir.

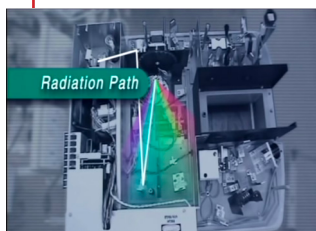
<https://www.mediachimie.org/ressource/les-microalgues-pour-quoi-faire>



• **Pourquoi et comment les feuilles se colorent en automne et tombent en hiver ?**

La réponse à cette question dans cet intéressant article.

<https://www.mediachimie.org/actualite/pourquoi-et-comment-les-feuilles-se-colorent-en-automne-et-tombent-en-hiver>



• **Spectrométrie UV / Visible**

Cette vidéo en anglais permet de bien visualiser l'appareillage et le mode opératoire pour mener à bien l'analyse d'un échantillon par spectrophotométrie UV ou visible.

<https://www.mediachimie.org/ressource/spectrometrie-uv-visible-ultra-violetvisible-spectrometry>



• **Lumière et couleurs**

Cette vidéo balaye les notions de lumières et de couleurs en alliant expériences et explications théoriques.

<https://www.mediachimie.org/ressource/lumiere-et-couleurs>



• **La tomate arc-en-ciel**

Cette vidéo relate une expérience sur un jus de tomate dont le déroulé, les conditions et l'interprétation vous sont présentés.

<http://www.mediachimie.org/ressource/la-tomate-arc-en-ciel>



A. La solution mystère

Salle 1 situation A : le code est 162 qui renvoie au code du colorant rouge de betterave.

Salle 1 situation B : V ; F ; V ; F ; F.

Salle 2 : On peut lire sur le spectre UV-Visible de la phytocyanine, $\lambda_{\max} \approx 617$ nm.

Cette longueur d'onde correspond au début des nuances de rouge.

La couleur complémentaire est le cyan. Le mot de passe est cyan.

La solution mystère est **le jus de tomate**.

B. Doubles liaisons conjuguées et couleur observée

1. Extraction du lycopène.

Dans l'ampoule à décanter introduire le jus de tomate puis la solution saturée en chlorure de sodium permettant d'augmenter la différence de densité entre la phase aqueuse et la phase organique.

Le cyclohexane est le solvant extracteur car il est non-miscible avec l'eau et le lycopène est plus soluble dans ce solvant que dans l'eau salée.

Introduire le cyclohexane.

Fermer l'ampoule et agiter vigoureusement puis dégazer.

Laisser décanter.

La phase aqueuse se trouve en dessous de la phase organique.

Récupérer la phase organique une fois la phase aqueuse rejetée.

2. Si on fait l'hypothèse que la présence de doubles liaisons conjuguées joue un rôle sur la couleur perçue de la solution, on peut imaginer que la solution va se décolorer une fois que l'eau de Javel® aura détruit les doubles liaisons.

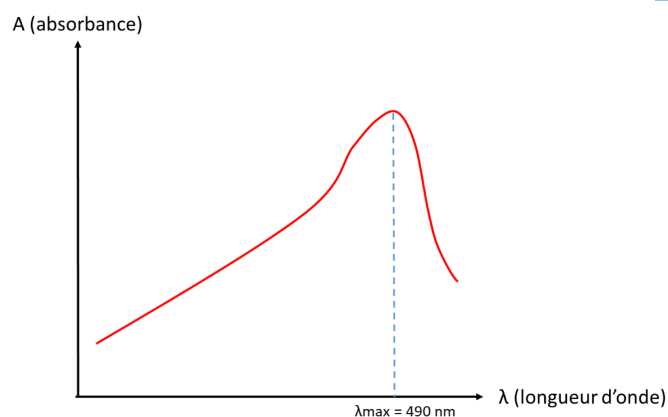
3. Une fois l'extraction réalisée, on remarque que la phase organique est légèrement rouge. Elle contient donc bien du lycopène. En mélangeant avec l'eau de Javel®, la solution se décolore.

Les doubles liaisons conjuguées sont bien responsables de la coloration initiale de la solution.

4. Le jus de tomate, éclairé en lumière blanche, est observé rouge car il absorbe toute les longueurs d'onde du visible sauf celles du rouge.

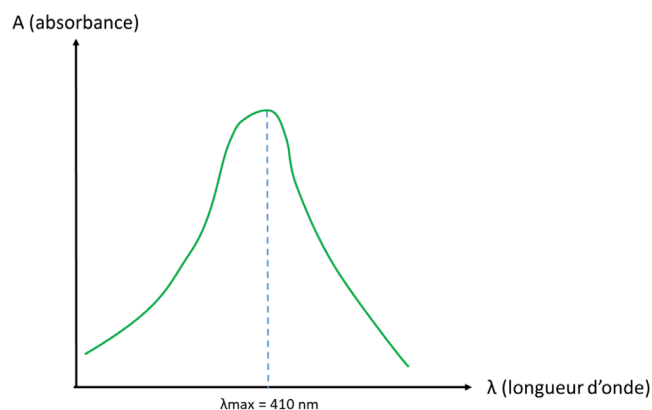
5. On remarque un changement de couleur passant du rouge au vert. Cette couleur est bien la conséquence d'une réaction entre les deux solutions.

6. Le spectre UV visible du lycopène doit montrer un maximum d'absorption pour les longueurs d'onde de la couleur complémentaire du rouge. Par exemple :



Le spectre UV visible de la solution issue de la réaction entre le jus de tomate et la solution de dibrome doit montrer un maximum d'absorption pour les longueurs d'onde de la couleur complémentaire du vert.

Par exemple :



7. De haut en bas :

- La couleur correspondant à $\lambda_{\text{abs}} = 416$ nm est le bleu, sa couleur complémentaire est le jaune. La molécule compte 3 doubles liaisons conjuguées.
- La couleur correspondant à $\lambda_{\text{abs}} = 519$ nm est le cyan, sa couleur complémentaire est le rouge. La molécule compte 4 doubles liaisons conjuguées.
- La couleur correspondant à $\lambda_{\text{abs}} = 625$ nm est le rouge, sa couleur complémentaire est le cyan. La molécule compte 5 doubles liaisons conjuguées.

8. Lorsque le nombre de doubles liaisons augmente, la longueur d'onde du maximum d'absorption augmente également.

9. Si la solution de dibrome « casse » les doubles liaisons C=C alors le nombre de doubles liaisons conjuguées diminue, la longueur d'onde du maximum d'absorption devrait alors diminuer.

L'expérience valide cette hypothèse car la longueur d'onde du magenta (couleur complémentaire du vert) est bien plus faible que la longueur d'onde du cyan (couleur complémentaire du rouge).